氮及其化合物

【考点要求】

考点**1** 氮及其重要化合物的主要物理性质，知道氮单质的主要用途

考点**2** 二氧化氮和水的反应

考点**3** 氨气和水、酸的反应，了解氨水的成分及氨水的不稳定性，铵盐易溶于水、受热易分解、与碱反应等性质

考点**4** 硝酸的强氧化性，了解硝酸分别于 Cu、C 反应，了解常温下铁、铝在浓硝酸中的钝化现象

考点**5** 氮循环对生态平衡的重要作用。了解氮氧化物、二氧化硫等污染物的来源和危害，认识非金属及其重要化合物在生产生活中的应用和对生态环境的影响，逐步形成可持续发展的思想。

【考点梳理】

1、氮气

物理性质：

氮气是一种无色无味的气体，密度比空气略小，难溶于水。

化学性质：化学性质很稳定，只有在一定条件（如高温、高压、放电等）下，才能跟 H_2、O_2 等物质发生化学反应。

与氧气反应 $N_2 + O_2$ ====放电或高温==== $2NO$

与氢气反应 （哈伯法）工业合成氨 $N_2 + 3H_2 \underset{催化剂}{\overset{高温\ 高压}{\rightleftharpoons}} 2NH_3$

一般而言，氮气不可燃亦不可助燃，但是对于镁来说，它可以助燃。

$3Mg + N_2$ ===点燃=== Mg_3N_2

用途：氮气的用途广泛，工业上，氮气是制硝酸、氮肥的原料，含氮化合物是重要的化工原料。氮气还常被用作保护气；在医学上，常用液氮作医疗麻醉。

氮的固定

指的是将游离态的氮（即氮气）转化为化合态的氮的过程。

氮的固定方式可分为工业固氮、闪电固氮、生物固氮三种。

「雷雨发庄稼」就是一个闪电固氮的过程。

氮气的制备

工业制备：分离液态空气法

实验室制备：

1.氯化铵混合亚硝酸钠加热：[2]

$NH_4Cl + NaNO_2 \longrightarrow N_2 + NaCl + 2H_2O$（纯度高）

3.氨气通过灼热氧化铜：

$2NH_3 + 3CuO \longrightarrow 3Cu + 3H_2O + N_2$

2. NO

物理性质：无色难溶于水的有毒气体，大气污染物之一，

化学性质：极易在空气里被氧化成 NO_2。

用途：一氧化氮起信号分子作用。[6]它是脊椎动物的关键讯息传递分子，在各种生物过程中发挥作用。NO 在免疫系统中杀伤细菌、病毒、肿瘤细胞的作用。

工业制备 NO：$4NH_3+5O_2 \rightleftharpoons 4NO+6H_2O$

实验室制法：$3Cu+8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2+2NO\uparrow+4H_2O$

3. NO_2

物理性质：红棕色 有刺激性气味的 有毒气体，易溶于水，易液化。

化学性质：空气中的 NO_2 在一定条件下易形成光化学烟雾，并且对臭氧层中臭氧的分解起到催化作用。

和氧气反应： $2NO + O_2 == 2NO_2$

与 H_2O 的反应： $3NO_2 + H_2O === 2HNO_3 + NO$ 工业上利用这一原理来生产硝酸。

与碱的反应 $2NO_2 + 2NaOH === NaNO_3 + NaNO_2 + H_2O$

实验室常用 NaOH 来吸收二氧化氮

用途及危害

空气中的 NO_2 与水作用生成 HNO_3，随雨水落下形成酸雨，工业制硝酸最后也是用水吸收生成的 NO_2 制得硝酸。

「雷雨发庄稼」：N_2+O_2=闪电=$2NO$，$2NO+O_2=2NO_2$，$3NO_2+H_2O=2HNO_3+NO$

NO 和 NO_2 都是大气污染物， $2O_2 + N_2 \xrightarrow{高温} 2NO_2$。最重要的 NO_2 排放源是内燃发动机，[3]火力发电厂，以及制浆厂。

笑气：N_2O 有麻醉作用。「笑气」的名称是由于吸入它会感到欣快，并能致人发笑。

4. 氨

物理性质：无色 有刺激性气味的气体，密度比空气小，易液化， 极易 溶于水，用氨气做喷泉实验。

化学性质：

氨气具有还原性： $4NH_3 + 5O_2 \xrightarrow[\triangle]{催化剂} 4NO + 6H_2O$

氨与水反应 $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_3 \cdot H_2O$ 是一元 弱 碱。

$$NH_3 \cdot H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

氨水中存在的分子有 NH_3 、$NH_3 \cdot H_2O$ 、H_2O ，存在的离子有 NH_4^+ 、OH^-、H^+（极少量）；氨水密度小于水，氨水越浓氨水的密度越 小 。

与酸反应生成盐

氨气盐酸反应：$NH_3 + HCl === NH_4Cl$ 氨气与氯化氢相遇时，会生成浓的白烟 可用来检验氨气 氨气和硫酸反应： $2NH_3 + H_2SO_4 = (NH_4)_2SO_4$

氨气和硝酸反应：$NH_3 + HNO_3 = NH_4NO_3$

5. 铵盐的性质

物理性质：所有铵盐都易溶于水。

化学性质：

(1) 铵盐不稳定，受热易分解。

$NH_4HCO_3 \xlongequal{\triangle} NH_3\uparrow + H_2O\uparrow + CO_2\uparrow$

$NH_4Cl \xlongequal{\triangle} NH_3\uparrow + HCl\uparrow$

(2) 铵盐与强碱反应

$NH_4Cl+NaOH \overset{\triangle}{==} NaCl + NH_3\uparrow + H_2O$

$(NH_4)_2SO_4+Ca(OH)_2 \overset{\triangle}{==} CaSO_4 + 2NH_3\uparrow + 2H_2O$ 「实验室制氨」用碱石灰干燥净化

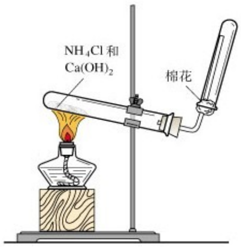
离子反应方程式 $NH_4^+ + OH^- \overset{\triangle}{==} NH_3\uparrow + H_2O$

注意事项：①要反应生成 NH_3 必须有加热条件，否则主要生成 $NH_3 \cdot H_2O$ ，

② 铵态氮肥避免与碱性肥料混合使用

NH_4^+的检验：取样，加入 **NaOH** 溶液，加热，若有使湿润的红色石蕊试纸变蓝色的气体产生，即含 NH_4^+。

(3) 实验室制取氨气：



原理： $Ca(OH)_2 + 2NH_4Cl \overset{\triangle}{=} CaCl_2 + 2NH_3\uparrow + 2H_2O$

装置：发生装置是固固加热型 收集方法 向下排空气法

检验方法：试管口放用酚酞浸泡的棉花，现象是棉花变红色。

收集试管口有一团棉花，防止空气对流，减缓排气速度，收集较纯净氨气

干燥：碱石灰(**CaO** 和 **NaOH** 的混合物)

6. 硝酸

物理性质：无色、易挥发的液体。三大强酸之一。

化学性质：

(1) 具有酸的通性（注：与金属反应时，由于硝酸具有强氧化性，因此不产生氢气）。

(2) 不稳定性：

$4HNO_3 \overset{光或加热}{==} 2H_2O + 4NO_2\uparrow + O_2\uparrow$ （浓硝酸的保存棕色瓶中，避光）

实验室里的浓硝酸呈黄色，就是由于硝酸分解产生的 NO_2 溶于硝酸的缘故。

(3) 强氧化性：不论浓硝酸还是稀硝酸都具有强氧化性。

与金属反应：HNO_3 几乎能与所有的金属发生氧化还原反应。

$Cu + 4HNO_3(浓) ==== Cu(NO_3)_2 + 2H_2O + 2NO_2\uparrow$

$3Cu + 8HNO_3(稀) ==== 3Cu(NO3)_2 + 4H_2O + 2NO\uparrow$

$Fe + 6HNO_3(浓) \overset{\triangle}{==} Fe(NO_3)_3 + 3H_2O + 3NO_2\uparrow$

$Fe + 4HNO_3(稀) ==== Fe(NO_3)_3 + 2H_2O + NO\uparrow$

$Al + 6HNO_3(浓) \overset{\triangle}{==} Al(NO_3)_3 + 3H_2O + 3NO_2\uparrow$

$Al + 4HNO_3(稀) ==== Al(NO_3)_3 + 2H_2O + NO\uparrow$

$C + 4HNO_3(浓) \overset{\triangle}{==} CO_2 + 4NO_2\uparrow + 2H_2O$

规律：浓硝酸一般被还原成 NO_2 ，稀硝酸一般被还原成 NO ，金属被氧化成相应的金属硝酸盐。

钝化 Fe 、Al 等在冷的浓硝酸中会发生钝化，只在表面形成致密的氧化膜，不会继续反应。

用 HNO_3 清洗银镜反应后粘附在试管内壁上的 Ag。

与部分非金属反应时，一般被还原为 NO_2，非金属一般被氧化成最高价氧化物。

$$C + 4HNO_3(浓) \overset{\triangle}{=} 4NO_2\uparrow + CO_2\uparrow + 2H_2O$$

王水 浓硝酸和浓盐酸的物质量按 1 比 3 混合，即为王水，能溶解金、铂等稳定金属。

氮的氧化物与环境

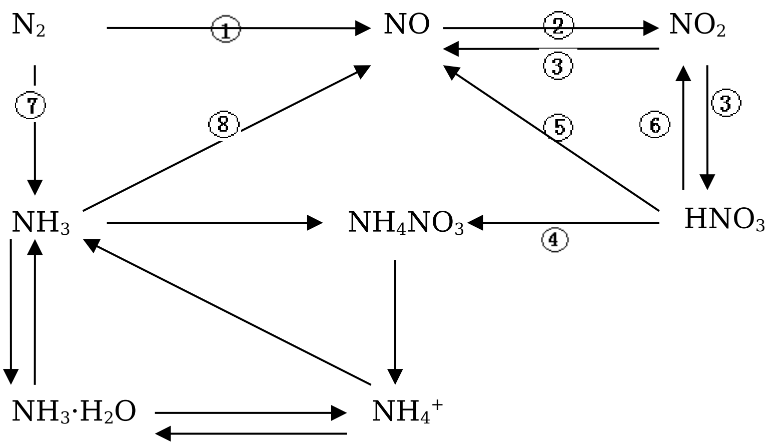
空气中的 NO、NO_2 主要来自石油产品和煤燃烧的产物、汽车尾气、制硝酸工厂的废气

汽车尾气中催化剂可将 CO 和 NO 反应生成无害物质 N_2 和 CO_2 。

化学方程式是: $2CO + 2NO \overset{催化剂}{=} 2CO_2 + N_2$

通过对氮及其化合物的之间的转化关系比较和归纳，体会学习元素化合物知识的一般方法**(B)**

写出对应转化过程所需的物质或条件，有编号的写出对应的化学方程式



① $N_2 + O_2 \overset{放电或高温}{=} 2NO$

② $2NO + O_2 == 2NO_2$

③ $3NO_2 + H_2O === 2HNO_3 + NO$

④ $NH_3 + HNO_3 === NH_4NO_3$

⑤ 浓硝酸 和金属反应生成 NO_2

⑥ 稀硝酸 和金属反应生成 NO

⑦ $N_2 + 3H_2 \underset{催化剂}{\overset{高温\ 高压}{\rightleftharpoons}} 2NH_3$

⑧ $NH_3 + 5O_2 \underset{\triangle}{\overset{催化剂}{=\!=}} 4NO + 6H_2O$